

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NO DEPARTAMENTO DE TRATAMENTOS TÉRMICOS DO F. RAMADA

Ricardo André Gomes Martins



Mestrado em Engenharia Mecânica – Especialização em Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2012

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica

Candidato: Ricardo André Gomes Martins, Nº 1060589, 1060589@isep.ipp.pt

Orientação científica: João Bastos, jab@isep.ipp.pt

Co-orientação científica: Paulo Ávila, psa@isep.ipp.pt

Empresa: F. Ramada, Aços e Indústrias, S.A.



Mestrado em Engenharia Mecânica
Área de Especialização de Gestão Industrial
Departamento de Engenharia Mecânica
Instituto Superior de Engenharia do Porto

16 de Novembro de 2012

Aos meus pais e à minha Catarina

Agradecimentos

Em primeiro lugar, um especial agradecimento à empresa F. Ramada pela disponibilidade demonstrada ao longo destes meses para a realização deste projeto, em especial ao Eng.º Paulo Duarte, pelo acompanhamento prestado, e aos colegas da Manutenção, pela execução de algumas tarefas de implementação de melhorias.

Ao orientador, Eng.º João Bastos, pela disponibilidade e apoio dedicado durante a execução deste trabalho.

Ao co-orientador, Eng.º Paulo Ávila, pela disponibilidade demonstrada durante a realização deste projeto.

Por fim, um obrigado a toda a minha família e amigos que ao longo destes anos contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Resumo

Na atualidade, devido à situação económico-financeira existente e à elevada competitividade de mercado, é fundamental que as empresas possam produzir o máximo, utilizando para isso o mínimo de recursos disponíveis, eliminando qualquer forma de desperdício que ocorra no seu processo. Por estas razões, são cada vez mais as empresas que seguem a filosofia *Lean*, orientando toda a sua estrutura produtiva no sentido de obter zero desperdícios, sem interferir com a qualidade do produto final.

Com a elaboração deste trabalho, pretende-se fazer uma análise do processo produtivo do setor dos Tratamentos Térmicos, da empresa F. Ramada, identificando os desperdícios que ocorrem ao longo do processo e desenvolver um plano de ações de melhoria, utilizando para isso as ferramentas da metodologia *Lean*.

Em primeiro lugar, fez-se uma análise do processo produtivo, onde foram identificados alguns pontos de melhoria e recolhidos os primeiros dados para uma análise mais aprofundada de cada problema. Posteriormente, estabeleceu-se um plano de ações para eliminar ou minimizar os desperdícios encontrados no processo e procedeu-se à implementação das melhorias.

Após a implementação das melhorias, fez-se uma avaliação das mesmas e constatou-se, em todos os casos, uma redução dos desperdícios no processo produtivo (tempos de execução, consumo dos materiais e nos transportes).

Palavras-Chave

Desperdícios, *Lean*, análise do processo, melhoria

Abstract

Nowadays, due to the economic and financial situation and the existing highly competitive market, it is essential companies can produce the maximum, using fewer resources as possible, eliminating all forms of waste that occurs during the process. For all these reasons, the companies which follow Lean Philosophy are growing in numbers, guiding their whole productive structure in order to achieve zero waste, seeking to minimize the disruption of the final product quality.

The development of this work started by the execution of an analysis of the heat treatment production process of F. Ramada, identifying the presence waste throughout the whole process and developing an action plan for improvement, using the tools of Lean methodology.

Firstly, the analysis of the production process involved a search for improvement areas and simultaneously collected first data for a following analysis in more depth of each problem. Secondly, it was established an action plan to eliminate or minimize waste identified in the process and after improvements were implemented.

After the overall implementation, it was performed an improvement evaluation in order to assess the results. In all the cases, occurred a reduction of waste in the production process (execution times, consumption of materials and transportation).

Keywords

Waste, Lean, process analysis, improvement

Índice

AGRADECIMENTOS.....	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABELAS	XV
ACRÓNIMOS.....	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. METODOLOGIA	2
1.4. CALENDARIZAÇÃO	4
1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	4
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	7
2.1. HISTÓRIA DA EMPRESA	7
2.2. ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA.....	8
2.2.1 <i>Sistemas de Armazenagem</i>	9
2.2.2 <i>Aços</i>	10
2.3. TRATAMENTOS TÉRMICOS	10
3. ESTADO DE ARTE	13
3.1. FILOSOFIA <i>LEAN THINKING</i>	13
3.2. REENGENHARIA DE PROCESSOS.....	15
3.3. MODELAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO.....	16
3.4. CICLO PDCA.....	17
3.5. Os 5's.....	18
4. DESCRIÇÃO DO ESTADO INICIAL	21
4.1. VISÃO GERAL DO PROCESSO	21
4.2. PROCESSO DE T.T.	24
4.2.1 <i>Transporte de Peças</i>	28
4.2.2 <i>Receção</i>	30
4.2.3 <i>Ciclo produtivo – T.T.</i>	32
4.2.4 <i>Controlo</i>	33

4.2.5	<i>Laboratório</i>	34
4.2.6	<i>Posto de embalagem</i>	35
4.2.7	<i>Expedição</i>	37
4.3.	IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA	39
5.	IMPLEMENTAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA	41
5.1.	APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA	41
5.2.	APLICAÇÃO DA FILOSOFIA 5´S	60
6.	CONCLUSÕES	63
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXO A. DESENHO CONTENTOR PARA FIEIRAS	67
	GLOSSÁRIO	69

Índice de Figuras

Figura 1	- Metodologia de estudo.....	3
Figura 2	- Vista aérea da empresa F. Ramada (Ovar).....	8
Figura 3	- Diagrama das áreas de negócio do Grupo Ramada.....	9
Figura 4	- Forno para tratamento em vácuo.....	11
Figura 5	- Forno para tratamento em atmosfera controlada (câmara).....	12
Figura 6	- Forno para tratamento em atmosfera controlada (tapete)	12
Figura 7	- Ciclo PDCA	18
Figura 8	- Os (5+1)'s	19
Figura 9	- Diagrama sequencial de atividades do setor	22
Figura 10	- Diagrama de negócio da visão geral do processo T.T.	23
Figura 11	- Diagrama de Negócio do Processo Produtivo T.T.....	25
Figura 12	- Layout do setor dos T.T.	27
Figura 13	- Carrinha de transporte de peças	28
Figura 14	- Transporte de peças.....	29
Figura 15	- Transporte das fieiras	30
Figura 16	- Posto de receção.....	30
Figura 17	- Ficha Técnica.....	31
Figura 18	- Armazenamento das peças de pequena dimensão – após receção	32
Figura 19	- Mesas de carga.....	33
Figura 20	- Posto de controlo.....	34
Figura 21	- Laboratório.....	35
Figura 22	- Mesa de embalagem.....	36
Figura 23	- Bancada de expedição.....	37
Figura 24	- Diagrama do processo de Expedição	38
Figura 25	- Parede que separa os parques de expedição.....	39
Figura 26	- Caixas metálicas para o transporte de peças	42
Figura 27	- Transporte das peças de menor dimensão em caixas (por cliente)	43
Figura 28	- Contentor para transporte de fieiras	45
Figura 29	- Transporte das fieiras no contentor	46
Figura 30	- Armazenamento das peças de menor dimensão em caixas – após receção	50
Figura 31	- Carrinho para as peças de Nitruração	50
Figura 32	- Embalamento de uma peça pequena com os 2 tipos de rolo	52
Figura 33	- Rolos de papel bolha com diferentes larguras	52
Figura 34	- Nova mesa de embalagem.....	54

Figura 35	- Diagrama das atividades da Expedição – após implementação da melhoria	55
Figura 36	- Parque de expedição – após implementação de melhoria	57
Figura 37	- Zona de expedição – após demolição da parede	57
Figura 38	- Armazenamento dos óleos – antes e após a aplicação dos 5´s.....	60
Figura 39	- Armazenamento do material da Manutenção – antes e após a aplicação dos 5´s	61
Figura 40	- Zona de expedição – antes e após a aplicação dos 5´s	62

Índice de Tabelas

Tabela 1	- Cronograma de atividades.....	4
Tabela 2	- Frequência das rotas.....	28
Tabela 3	- Tabela resumo das oportunidades de melhoria	39
Tabela 4	- Resultados da melhoria no descarregamento de peças	44
Tabela 5	- Tempo de carregamento e descarregamento sem contentor.....	47
Tabela 6	- Tempo de carregamento e descarregamento com contentor	48
Tabela 7	- Resultados da melhoria no transporte de fieiras	48
Tabela 8	- Resultados da melhoria no consumo do papel de bolha	53
Tabela 9	- Resultados da melhoria no processo de expedição	56
Tabela 10	- Tabela resumo da avaliação das melhorias implementadas	59

Acrónimos

T.T.	-	Tratamentos Térmicos
S.A.	-	Sociedade Anónima
TPS	-	<i>Toyota Production System</i>
BPM	-	<i>Business Process Modeling</i>
PDCA	-	<i>Plan-Do-Check-Act.</i>

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho de dissertação foi realizado no âmbito da Unidade Curricular Dissertação / Projeto / Estágio, do Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial, no Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, no Instituto Politécnico do Porto.

O tema “Melhoria do Processo Produtivo no Departamento de Tratamentos Térmicos do F. Ramada” foi escolhido com o objetivo de aplicar os conteúdos programáticos das várias Unidades Curriculares em ambiente industrial, e paralelamente, identificar os pontos de melhoria nas várias etapas do processo produtivo.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O tema deste trabalho surgiu com a admissão do autor desta dissertação nos quadros técnicos do setor dos Tratamentos Térmicos (T.T.) da empresa F. Ramada, o que aconteceu durante a frequência do Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial, tornando assim possível a aplicação dos conceitos teóricos adquiridos na frequência do curso, medidas práticas em ambiente industrial.

A principal área de negócio da empresa é a disponibilização de produtos e serviços em aço, fornecendo neste campo diversas soluções conforme a necessidade do cliente. O setor dos

T.T., alvo de estudo neste trabalho, funciona como um prestador de serviços para os clientes que, após a compra do aço, pretendem conferir-lhe um determinado tratamento, tendo em vista o melhoramento das suas propriedades e a sua aplicação futura.

A realização deste trabalho veio na sequência de uma grande vontade que a empresa tem demonstrado em melhorar os seus processos e otimizar a utilização dos seus recursos. Esta vontade enquadra-se com a estratégia que F. Ramada definiu em manter uma posição de liderança no mercado, respondendo de forma eficaz às pretensões dos seus clientes.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho residiu na melhoria do processo produtivo em estudo, recorrendo à metodologia *Lean*, focando essencialmente a eliminação de desperdício nos vários momentos do processo.

Para a sua concretização foram definidas as seguintes etapas:

- Estudo e análise do estado atual do processo produtivo;
- Revisão teórica das várias ferramentas da metodologia *Lean*;
- Identificação das oportunidades de melhoria;
- Apresentação das propostas de melhoria;
- Implementação do plano de melhorias e avaliação do seu efeito.

1.3. METODOLOGIA

A metodologia seguida para a realização deste trabalho, tendo em vista o cumprimento dos objetivos estabelecidos, assentou em várias etapas, como se pode verificar na figura 1:

- **Admissão e adaptação à empresa** – a admissão do autor na empresa F. Ramada durante a frequência do Mestrado e conhecimento adquirido do funcionamento geral da empresa tornaram possível a realização deste trabalho;
- **Análise do processo produtivo** – elaboração de uma análise das diferentes etapas do processo produtivo, recorrendo a diagramas de negócio para uma melhor compreensão, e recolha de dados para uma primeira medição do processo;

- **Identificação das oportunidades de melhoria** – definição das situações, no decorrer do processo produtivo, passíveis de serem transformadas em oportunidades de melhoria;
- **Elaboração do plano de ações de melhoria** – estabelecimento das ações corretivas tendo em vista a otimização do processo produtivo;
- **Validação do plano de ações de melhoria** – avaliação do impacto destas melhorias, a nível do processo e a nível financeiro para o setor, antes da sua implementação;
- **Implementação e monitorização das melhorias** – execução do plano de ações de melhoria e medição dos resultados obtidos.

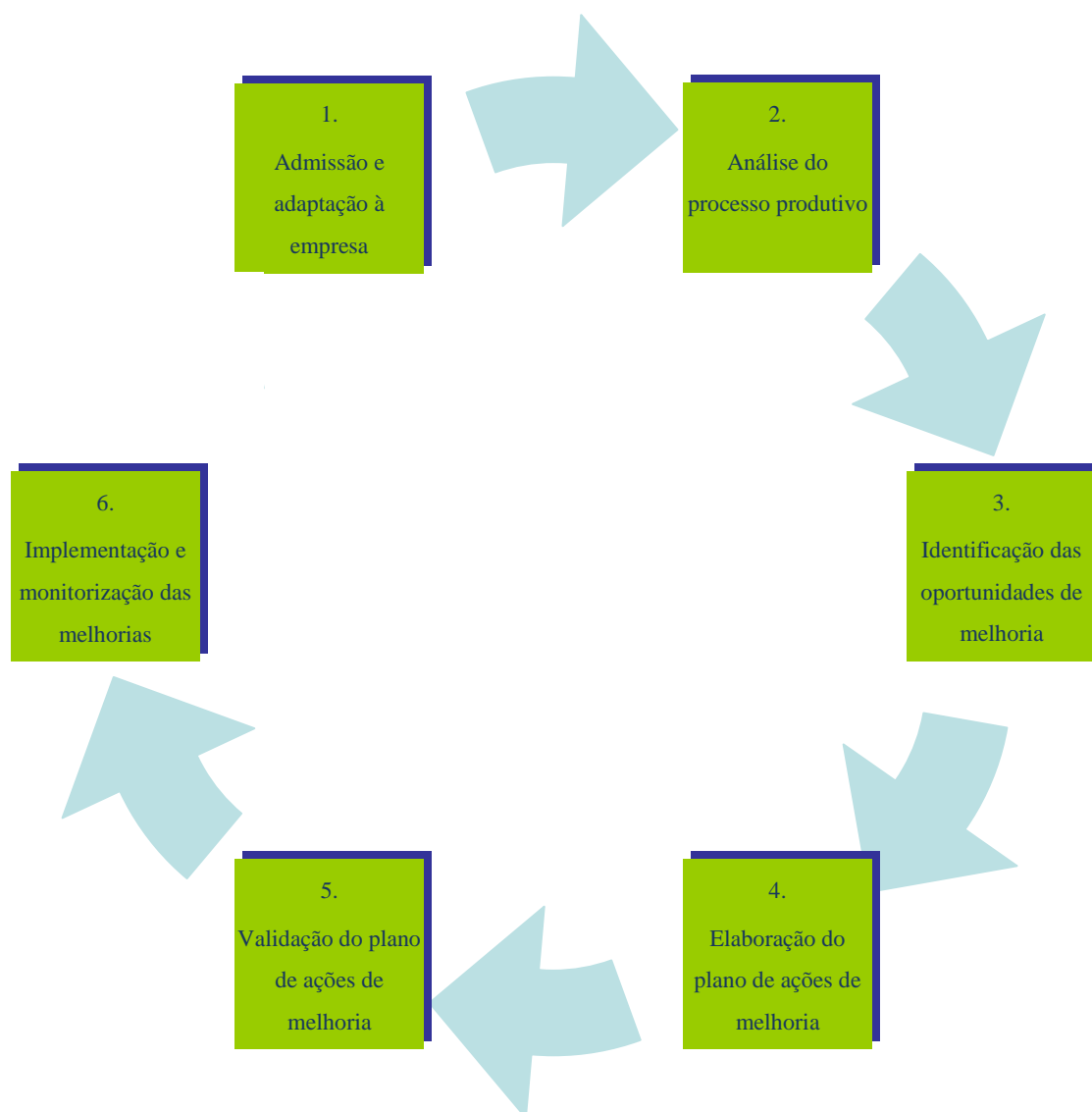


Figura 1 - Metodologia de estudo

1.4. CALENDARIZAÇÃO

Tendo em conta as várias tarefas a executar para a elaboração deste projeto, foi definido um cronograma de atividades onde se encontram definidos os períodos de cada uma das etapas.

A determinação destes períodos foi feita de acordo com a complexidade de cada uma das tarefas e com a relação de precedências entre elas (ver Tabela 1).

Tabela 1 - Cronograma de atividades

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Admissão na empresa										
Análise do processo										
Identificação das oportunidades de melhoria										
Implementação das melhorias										
Avaliação das melhorias										
Elaboração do relatório										

1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

No primeiro capítulo são referidos os objetivos deste trabalho, a metodologia seguida na sua elaboração e é, ainda, feita uma pequena contextualização ao tema que irá ser alvo de estudo.

O segundo capítulo é dedicado à apresentação da empresa, dando especial enfoque ao setor dos Tratamentos Térmicos.

No terceiro capítulo abordam-se os conceitos teóricos que estão na base do trabalho realizado.

A descrição do estado inicial do processo produtivo é feita no quarto capítulo, através da utilização de diagramas de negócio e da identificação das oportunidades de melhoria.

O quinto capítulo diz respeito à apresentação das propostas de melhoria e respetiva implementação e avaliação.

Para finalizar este trabalho são relatadas as conclusões relativas aos objetivos inicialmente propostos.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo procura caracterizar a empresa F. Ramada, apresentando um pouco da sua história e as suas áreas de atuação, focando-se de uma forma mais detalhada no setor dos Tratamentos Térmicos.

2.1. HISTÓRIA DA EMPRESA

A empresa F. Ramada nasceu em 1935, pelas mãos do seu fundador Francisco Ramada, após contactos estabelecidos com Otto Karlson da empresa Fargesta Bruks AB, da Suécia, na Exposição Internacional de Bruxelas.

Inicialmente, a empresa dedicava-se ao fabrico de fita de serra para madeira, alargando posteriormente a sua gama de produtos a ferramentas para as indústrias da madeira, cortiça e curtumes.

A ligação com a empresa sueca permitiu o desenvolvimento de uma nova área de negócio, a comercialização de Aços especiais.

Em 1958, iniciou-se o percurso na área dos Sistemas de Armazenagem, com a produção da primeira cantoneira perfurada, sob a licença Dexion®.

Neste ano, a empresa assumiu o estatuto de Sociedade Anónima, com a atual designação F. Ramada, Aços e Indústrias S.A., estando atualmente cotada na Bolsa de Valores.

Ao longo dos anos verificou-se um forte desenvolvimento da empresa, tendo havido um alargamento das suas atividades às áreas da Laminagem e da Estiragem.

A empresa F. Ramada é hoje um grupo de empresas, com armazéns e escritórios de venda em Ovar, Lisboa, Porto, Marinha Grande, Águeda e Braga (F. Ramada 2012).

Na Figura 2 encontra-se a vista aérea da empresa, onde se podem observar os diversos pavilhões que a constituem, sendo que cada um deles é destinado para as diferentes áreas de atuação que a empresa possui.



Figura 2 - Vista aérea da empresa F. Ramada (Ovar)

2.2. ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA

Atualmente, o Grupo Ramada é constituído por várias empresas e atua em duas grandes áreas de negócio, a indústria e a imobiliária.

No diagrama representado na Figura 3, pode observar-se a forma como estão dispostas as várias áreas de atuação do grupo. Neste trabalho, é focado de forma mais pormenorizada, a atividade dos aços, área onde se inclui os T.T., setor que será alvo de estudo neste projeto.

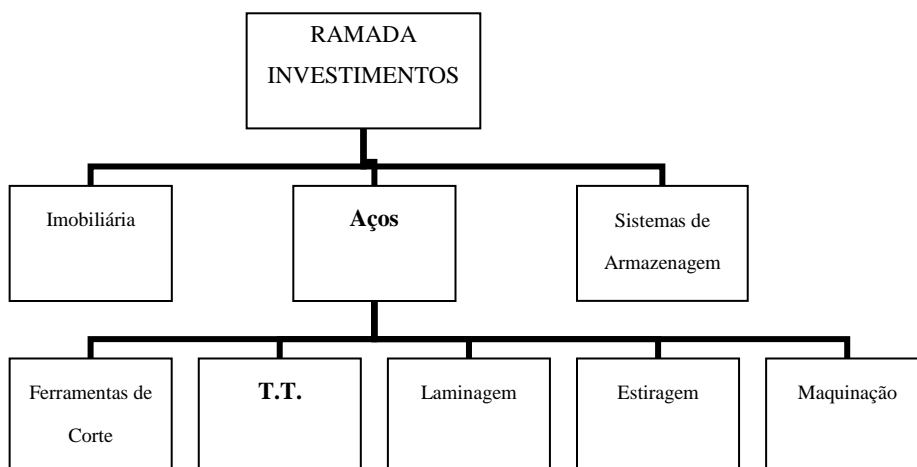


Figura 3 - Diagrama das áreas de negócio do Grupo Ramada

2.2.1 Sistemas de Armazenagem

Tal como foi referido no ponto 2.1, a empresa iniciou-se na área dos sistemas de armazenagem no ano de 1958 e é, atualmente, líder de mercado neste setor, oferecendo aos seus clientes as soluções mais avançadas que existem nesta área.

No ano de 2003 foi criada a empresa F. Ramada – Produção e Comercialização de Estruturas Metálicas de Armazenagem, S.A., com sede em Ovar, para uma maior autonomia deste setor. Para uma melhor distribuição dos produtos no mercado nacional, a empresa possui uma filial em Queluz, responsável pela comercialização dos produtos no sul do país.

Com o objetivo de alargar estes produtos ao mercado internacional e possuir uma maior diversidade de soluções, foram compradas empresas especializadas na matéria, e neste momento são já três, as empresas que o Grupo Ramada possui no estrangeiro (Investimentos 2012):

- STORAX EQUIPEMENTS, S.A. (sedeada em França);
- STORAX RACKING SYSTEMS, Ltd (sedeada no Reino Unido);
- STORAX BENELUX (sedeada na Bélgica).

2.2.2 Aços

A empresa F. Ramada teve a sua origem nesta área, no ano de 1935, com a produção e comercialização de ferramentas em madeira, alargando a sua atividade anos mais tarde para os aços estirados e laminados, altura em que foi construída a unidade produtiva em Ovar, que ainda hoje funciona como sede principal da empresa.

Nesta área a empresa possui uma variadíssima gama de produtos, oferecendo aos clientes diversos tipos de aços e diferentes tipos de serviços, tais como a maquinaria, o fabrico de aços calibrados por processo de estiragem e a laminagem dos aços.

Além destas áreas já referidas, a empresa possui ainda uma área dedicada às ferramentas de corte e às serras, setores onde a empresa possui uma forte presença no mercado e faz com que o leque de soluções disponibilizadas ao cliente seja ainda mais vasto.

A empresa possui ainda uma área dedicada ao controlo de qualidade e à prestação de serviços de análise para o exterior. Esta área encontra-se dividida da seguinte forma: Laboratório de Ensaios Mecânicos, de Análises Químicas e de Metalografia (F. Ramada 2012).

No ponto seguinte deste relatório será abordado de uma forma mais pormenorizada o setor dos T.T., local que será alvo de estudo e onde se pretende melhorar o fluxo produtivo.

2.3. TRATAMENTOS TÉRMICOS

O setor dos T.T. funciona como uma prestação de serviços que a empresa fornece aos seus clientes, conferindo ao aço, através de processos de T.T., determinadas propriedades que serão indispensáveis para a utilização do aço.

Os T.T. possuem o maior parque de máquinas instalado (nesta área de atividade) em Portugal e, atualmente, serve também o mercado ibérico, alargando assim este tipo de serviço para o mercado externo.

O serviço de transporte, que a empresa fornece aos clientes é outro ponto forte, permitindo, através das várias filiais e das diversas rotas que diariamente são realizadas, uma proximidade e uma rápida resposta às solicitações dos clientes.

Paralelamente, o Laboratório audita de uma forma regular os processos que são realizados neste setor, conferindo-lhes uma garantia de qualidade e assegurando a sua fiabilidade.

De uma forma geral, o setor dos Tratamentos Térmicos da F. Ramada pode oferecer dois tipos de tratamento:

- Tratamento em vácuo
- Tratamento em atmosfera controlada

No tratamento em vácuo existem vários processos de T.T. que o setor pode oferecer, tais como a têmpera, revenido, recozimento, cementação a baixa pressão e nitruração.

Esta variedade de opções que o setor pode oferecer só são possíveis graças aos onze fornos que a empresa possui para tratamento em vácuo.

Na Figura 4 pode ver-se um dos fornos de vácuo que a empresa possui.



Figura 4 - Forno para tratamento em vácuo

No tratamento em atmosfera controlada, a F. Ramada realiza processos como a cementação e a carbonitruração, em fornos de câmara (ver Figura 5) ou em fornos de tapete contínuo (ver Figura 6), bem como a carbonitruração em forno rotativo.

Este tipo de tratamento é realizado em peças que necessitam de uma elevada dureza superficial (F. Ramada 2012).



Figura 5 - Forno para tratamento em atmosfera controlada (câmara)



Figura 6 - Forno para tratamento em atmosfera controlada (tapete)

3. ESTADO DE ARTE

Neste capítulo é apresentada uma breve revisão bibliográfica de todo o suporte teórico que esteve na base da realização deste trabalho.

3.1. FILOSOFIA *LEAN THINKING*

A competitividade de mercado existente nos dias de hoje, pressupõe que as empresas possam produzir o máximo, utilizando o mínimo de recursos possíveis, visando eliminar qualquer forma de desperdício.

O conceito *lean* é, por isso, um importante apoio para a sustentabilidade de qualquer empresa e, graças à sua elevada abrangência, pode ser aplicada em qualquer tipo de atividade (Sayer and Williams 2007).

A filosofia *lean* deriva do sistema de produção da Toyota, *Toyota Production System* (TPS), criado por Taiichi Ohno (1912-90) e seus colaboradores, no ano de 1948, e que começou por ser usada na indústria automóvel.

No seguimento da implementação do TPS, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (1909-90) identificaram os sete tipos de *muda* (desperdício) existente na produção (Ohno 1988):

1. **Excesso de produção** – Este é o pior dos desperdícios, é caracterizado pelo consumo desnecessário de recursos e materiais, bem como, pela produção para *stock*;
2. **Esperas** – Refere-se ao tempo em que as pessoas ou os equipamentos estão parados a aguardar uma tomada de decisão;
3. **Transporte e movimentações** – Qualquer deslocação de material, representa uma atividade que não acrescenta qualquer tipo de valor ao processo. Deve-se reduzir ao máximo este tipo de tarefa, com a minimização das distâncias que os materiais têm de percorrer;
4. **Desperdício do próprio processo** – Diz respeito às operações que são efetuadas durante o processo e que não são necessárias;
5. **Stocks** – Este é um dos maiores problemas das empresas, representa todo o tipo de material que está armazenado e que, por isso, representa um custo acrescido para a empresa;
6. **Defeitos** – Um defeito representa um custo de reprocessamento para a empresa, originando ainda um trabalho suplementar que não representa qualquer tipo de valor;
7. **Trabalho desnecessário** – Todos os movimentos efetuados que não são necessários para a realização das tarefas.

O termo *lean thinking*, “pensamento magro”, foi usado pela primeira vez em 1991, por James Womack e Daniel Jones, na obra de referência com o mesmo nome (Womack, Jones et al. 1991).

Ao longo dos anos, o conceito *lean* foi estendido a todo o tipo de organizações, quer sejam públicas ou privadas, com ou sem fins lucrativos, e tem como principal objetivo a criação de valor para todas as partes intervenientes no processo, dando um particular interesse à satisfação final do cliente (Pinto 2009).

Os autores do termo *lean thinking*, Womack e Jones, identificaram cinco princípios desta filosofia, que são (Womack and Jones 2003):

1. **Value** (Criar valor) – Definir o que representa e o que não representa valor;
2. **Value stream** (Cadeia de valor) – Definir qual a cadeia de valor para cada uma das partes interessadas (*stakeholders*), por forma a manter a harmonia entre todos;
3. **Flow** (Otimizar fluxo) – Otimizar todas as etapas do processo para obter um fluxo contínuo, capaz de satisfazer todas as partes;
4. **Pull System** (Sistema *Pull*) – Deixar que seja o cliente a “puxar” o processo, evitando assim que se produza material que não é necessário para o cliente e que se tornará mais um custo (*stock*) para a organização;
5. **Perfection** (Perfeição) – Procurar obter a perfeição em cada processo, através de uma filosofia de melhoria contínua que deve imperar numa organização.

3.2. REENGENHARIA DE PROCESSOS

Este termo foi utilizado pela primeira vez no início dos anos 90, pelos americanos Michael Hammer e James Champy (Hammer and Champy 2001).

Os primeiros casos de aplicação surgiram nos Estados Unidos da América, ao contrário do que se vinha sucedendo até aqui, pois era do Japão que apareciam as novas técnicas de Gestão da Qualidade (Branco 2008).

Esta metodologia assenta no princípio de reinventar as atividades existentes num determinado processo, tendo em vista um melhoramento da sua eficiência. Os principais objetivos da aplicação desta metodologia passam pela redução de custos, redução de tempo e melhoria na qualidade de serviços (Davenport and Prusak 1998).

A implementação desta metodologia assenta em quatro etapas (Hammer and Champy 2001):

1. **Preparação** – Identificar todos os processos existentes e, seleccionar aquele(s) que irão ser alvo da aplicação desta metodologia;
2. **Planeamento** – Nesta fase devem definir-se as equipas de trabalho e garantir os recursos necessários à execução deste projeto;

3. **Implementação** – Estudar o processo escolhido, analisar os seus pontos fortes e fracos e reinventá-lo, tendo em vista a sua melhoria. Ainda nesta fase, deve-se avaliar o impacto da mudança e, posteriormente, proceder à sua implementação;
4. **Avaliação** - Fazer a medição dos resultados e proceder à sua comunicação.

3.3. MODELAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

A modelação de processos de negócio, *Business Process Modeling* (BPM), é uma representação simples de todo o processo, com o propósito de dar a conhecer quais as atividades realizadas, quem as faz e qual a interação que existe entre os vários intervenientes no processo (White and Miers 2008).

Ao longo de vários anos surgiram diversas ferramentas para representar um modelo de negócio, como são exemplo os fluxogramas, diagramas de fluxo, gráfico de Gantt e diagramas PERT.

Atualmente, a modelação de processos está interligada com as tecnologias de informação, havendo diversas ferramentas informáticas que permitem a criação de um modelo de uma forma rápida e fácil.

Existem várias ferramentas informáticas que ajudam a elaborar um modelo de negócio, sendo uma delas o *BizAgi Process Modeler*¹, *software* que irá ser usado no decorrer deste trabalho.

Para desenvolver um modelo de negócio são necessários diversos aspetos, tais como:

- **Método** – Levantamento da sequência de atividades e modelagem de informações;
- **Meta-modelo** – Definir as informações que irão ser modeladas;
- **Notação** – Utilização de símbolos e regras para representação das informações;
- **Ferramenta** – Software de apoio para armazenamento da informação.

¹ <http://www.bizagi.com/>

Após o levantamento de todas as etapas do processo e informações relevantes do mesmo, recorre-se às ferramentas informáticas para a elaboração do modelo de negócio, sendo por isso necessário utilizar diversos elementos, tais como:

- **Evento** – Acontecimento que inicia o processo, afeta o comportamento (intermediário) ou finaliza o processo;
- **Atividades** – Ações realizadas durante o processo;
- **Atores** – Responsáveis pela realização das atividades;
- **Entradas / Saídas** – Condições essenciais para a realização da atividade (entradas) e que vão ser geradas no final (saídas);
- **Regras** – Restrições que originam dependência entre processos;
- **Recursos** – Entidade associada a uma determinada atividade, podendo ser um recurso físico ou material.

A elaboração do modelo de negócio permite uma análise pormenorizada do processo e faz com que seja mais fácil encontrar os desperdícios, procurando obter uma maior eficácia do processo e melhoria da sua qualidade (Bridgeland and Zahavi 2009).

3.4. CICLO PDCA

O ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de Shewhart ou de Deming, foi desenvolvido para atuar sobre os processos, tendo em vista a sua melhoria contínua. Foi usado pela primeira vez no Japão, nos anos 50, por W. Edwards Deming, mas a sua origem remonta aos anos 30 pela mão de Walter Shewhart (Shewhart 1980; Deming 1986).

O ciclo PDCA é uma ferramenta simples e que facilmente poderá ser usada por qualquer interveniente no processo, desde que estes sejam incentivados pela gestão e estejam englobados numa empresa que possua uma estratégia de melhoria continua (Pinto 2009).

Este ciclo está dividido em quatro etapas, que serão detalhadas de seguida (Rother 2010):

1. **Plan** (Planeamento) – Definir claramente o problema, identificando todas as causas que estão na origem dessa anomalia. Determinar ações que possam solucioná-lo e que visam a sua melhoria;
2. **Do** (Execução) – Implementar as ações determinadas anteriormente. Recolher dados concretos baseados nas ações implementadas;
3. **Check** (Verificação) – Comparar os resultados obtidos com os esperados. Fazer uma análise dos aspetos positivos e procurar perceber as causas que estão na origem dos erros ocorridos;
4. **Act** (Ação) – Se os resultados alcançados estiverem dentro do esperado, criar um procedimento normalizado para que o processo possa ser mantido e auditado. Se os resultados não estiverem de acordo com o esperado, definir novas medidas e reiniciar o ciclo. Nesta etapa podem ser definidos novos objetivos, tendo em vista a melhoria contínua do processo.



Figura 7 - Ciclo PDCA

(Adaptado de Pinto 2009)

3.5. Os 5's

Esta é uma metodologia que visa a redução do desperdício e que assenta em pressupostos bastante simples, como a organização e a limpeza do local de trabalho, deixando apenas o que é essencial (Hirano 1995).

Esta técnica assenta em cinco palavras japonesas, todas elas iniciadas pela letra “s”, que têm o seguinte significado:

1. **Seiri** (Organização) – Neste ponto deve separar-se o material que é necessário daquele que é desnecessário.
2. **Seiton** (Arrumação) – Cada material deve ter um lugar próprio para ser arrumado, facilitando a sua procura sempre que é necessário.
3. **Seiso** (Limpeza) – Manter o posto de trabalho sempre limpo. Poder-se-á dividir a área de trabalho em diversas zonas e cada elemento ficará com a responsabilidade de assegurar a sua limpeza.
4. **Seiketsu** (Normalização) – Identificar todo o material, estabelecer procedimentos de limpeza e arrumação iguais para toda a fábrica.
5. **Seitsuke** (Disciplina) – Definir objetivos para toda a organização, tendo em vista o correto funcionamento desta filosofia. Através deles deverá ser possível avaliar o estado de implementação desta ferramenta.

No seguimento desta filosofia, existem cada vez mais empresas a adotar uma sexta palavra, também iniciada pela letra “s”, que é a segurança.



Figura 8 - Os (5+1)´s

(fonte: Pinto 2009)

A implementação desta ferramenta permite às empresas alcançarem uma melhoria dos seus processos e, conseqüentemente, é um apoio muito importante na introdução de novas técnicas *Lean* (Pinto 2009).

4. DESCRIÇÃO DO ESTADO INICIAL

Neste capítulo é apresentada uma visão geral de todo o processo junto com a descrição do estado inicial do caso de estudo. De seguida, são descritas pormenorizadamente, todas as etapas do processo produtivo e identificados os vários pontos de melhoria.

4.1. VISÃO GERAL DO PROCESSO

Antes de iniciar uma análise detalhada da produção, local que será alvo de estudo, são identificados nesta secção todos os intervenientes no processo de T.T..

Este processo inicia-se com a chegada de uma requisição do serviço de T.T. por parte de um cliente. Este pedido pode ser recebido na receção do próprio departamento ou, em alguns casos, pelo departamento de vendas da empresa.

Após o pedido por parte do cliente, é efetuada a análise técnica da requisição. Esta análise consiste na avaliação do tipo de tratamento pedido, bem como a dureza final do produto, tendo em conta o tipo de aço a tratar. Se as especificações pedidas não forem as mais adequadas, tendo em vista a aplicação final do produto, é feita uma reformulação do pedido, o qual é enviado e analisado com o cliente para obtenção da requisição final.

Definido o tratamento a aplicar ao produto, este é rececionado no departamento dos T.T., onde é efetuado o tratamento das peças e enviadas de novo ao cliente.

Na figura 9 pode visualizar-se um diagrama sequencial com as principais atividades durante o processo de T.T..

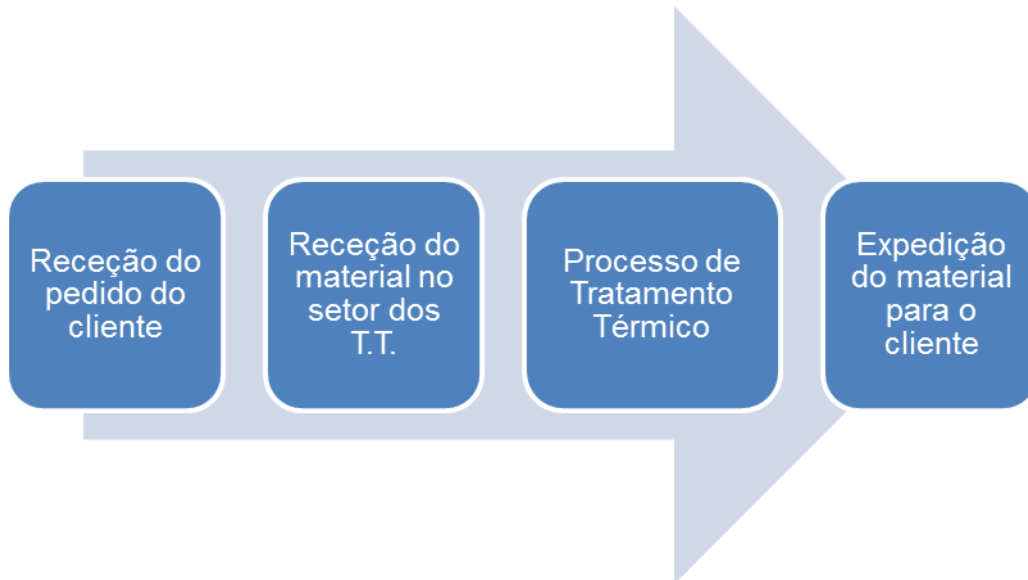


Figura 9 - Diagrama sequencial de atividades do setor

Na Figura 10 pode observar-se o diagrama do processo de negócio acima descrito, que inclui os diferentes atores envolvidos no processo e as suas respetivas atividades.

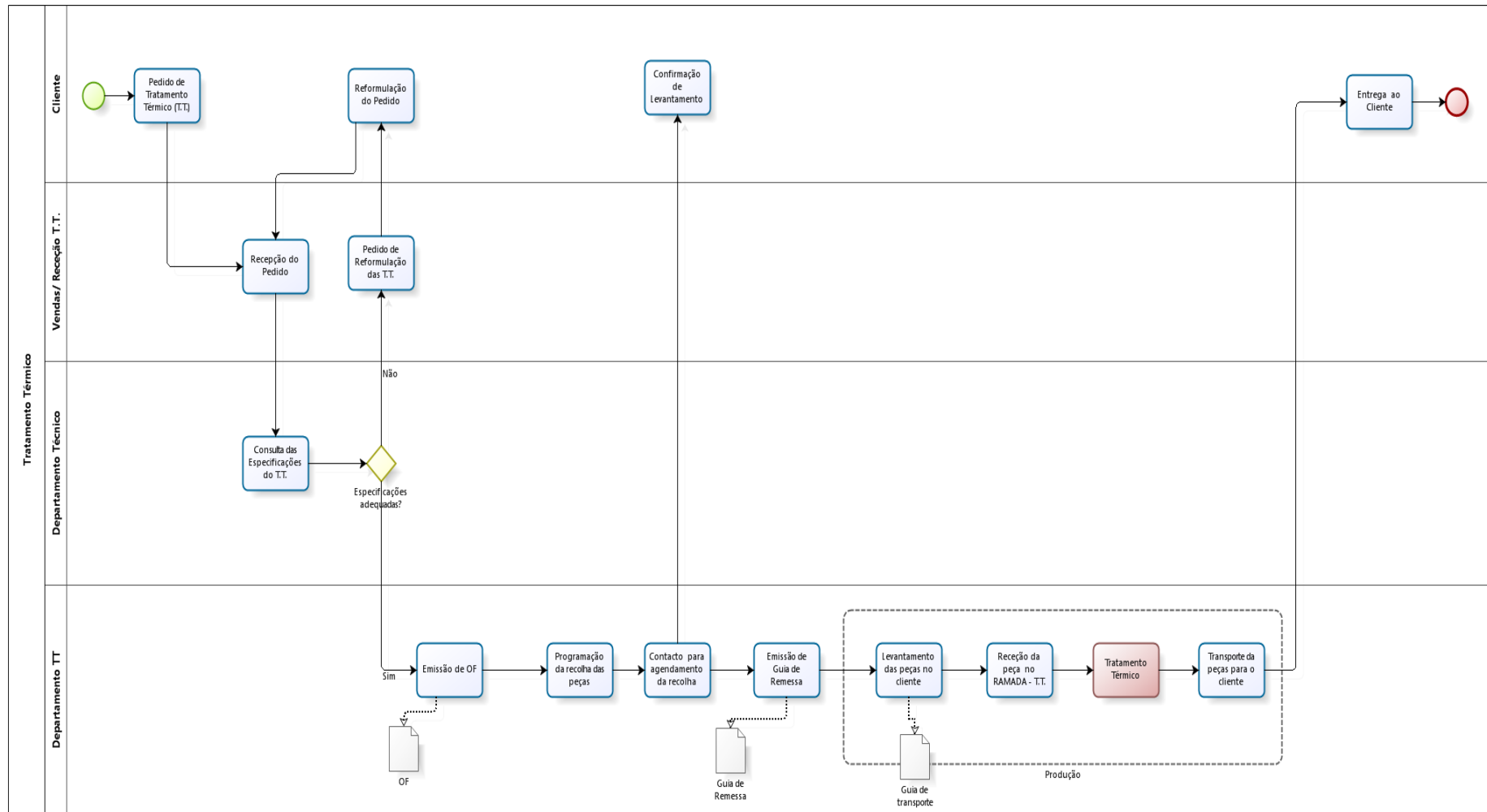


Figura 10 - Diagrama de negócio da visão geral do processo T.T.

No ponto 4.2 serão detalhadas as atividades relativas à produção, destacadas na figura 10 a tracejado.

4.2. PROCESSO DE T.T.

No ponto 4.1 pode-se constatar que o processo se inicia antes das peças chegarem à produção, mas é sobretudo durante esta etapa da produção (pelo facto de envolver um maior volume de recursos) que a empresa pode obter maiores proveitos.

Novamente, como auxiliar visual, elaborou-se o diagrama do processo de negócio de todo o processo produtivo (ver Figura 11).

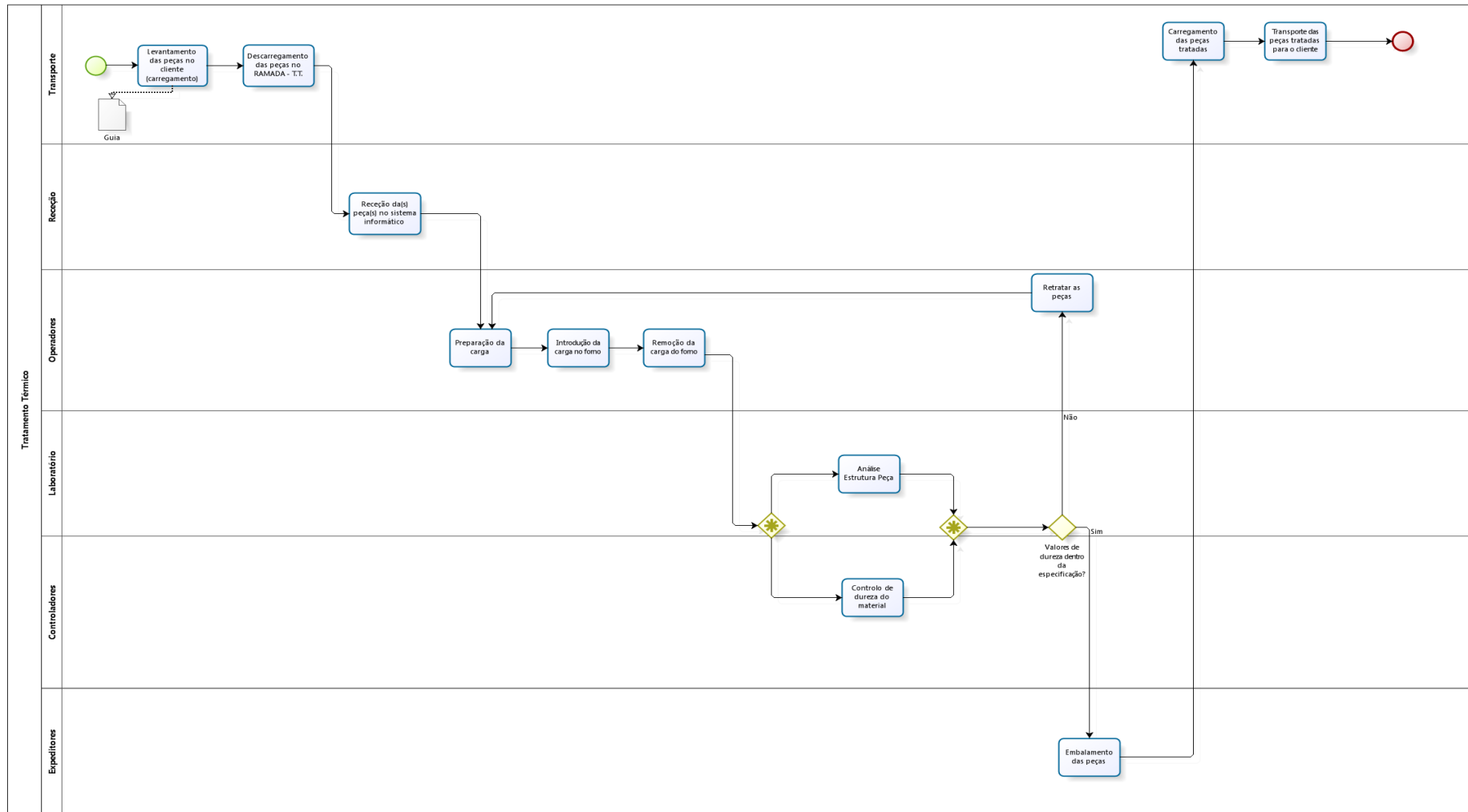


Figura 11 - Diagrama de Negócio do Processo Produtivo T.T.

Tendo em conta isto, foi feita uma descrição detalhada do processo e foram identificados os possíveis pontos de melhoria em cada posto de trabalho.

Na figura 12 apresenta-se o layout do setor dos T.T., com a identificação de cada um dos postos de trabalho, bem como dos vários tipos de fornos existentes, conforme a seguinte legenda:

A – Posto de receção

B – Posto de realização de cargas

C – Posto de controlo

D – Posto de embalamento

E – Cais de expedição

F – Fornos de vácuo

G – Fornos de atmosfera controlada (em câmara)

H – Fornos de atmosfera controlada (tapete contínuo)

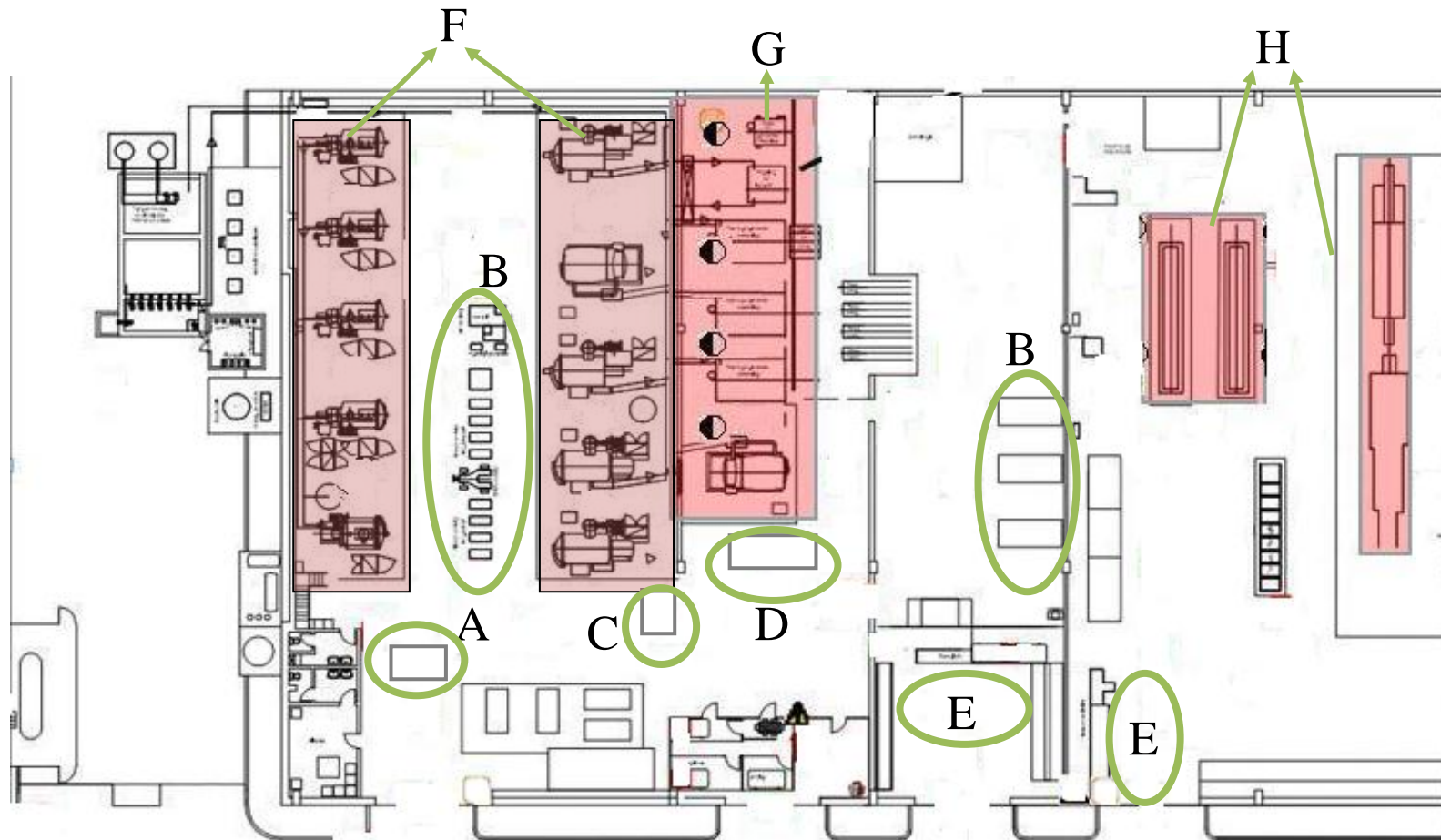


Figura 12 - Layout do setor dos T.T.

4.2.1 Transporte de Peças

O serviço de transporte consiste na recolha das peças nas empresas que requisitam os serviços da F. Ramada e, posteriormente, a respetiva entrega do material já tratado. Para a prestação deste serviço, a empresa possui uma frota de seis carrinhas e conta com a colaboração dos seus motoristas.

Na Figura 13 apresenta-se uma das carrinhas que a empresa disponibiliza para distribuir o material pelos clientes.



Figura 13 - Carrinha de transporte de peças

O transporte inclui diferentes rotas por todo o país, com diferentes frequências, como se pode observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Frequência das rotas

Rota	Frequência
Porto	Duas vezes por dia
Águeda	Duas vezes por dia
Braga	Uma vez por dia
Oliveira de Azeméis	Uma vez por dia
Marinha Grande	Segunda, quarta e sexta-feira
Espanha	Segunda, quarta e sexta-feira
Lisboa	Uma vez por dia (excepto terça-feira)

Este tipo de serviço, fornecido pelo setor, permite que o departamento de T.T. da F. Ramada tenha uma forte posição no mercado, no que diz respeito à quantidade de empresas que consegue satisfazer, bem como aos prazos de entrega que consegue cumprir com os seus clientes.

Numa análise feita ao modo como se desenrola esta tarefa, detetou-se a existência, durante o processo de carregamento e descarregamento das peças, de alguns aspetos menos positivos, passíveis de melhoria, tendo em vista a redução de tempo e uma melhor disposição do material na carrinha.

Tal como se pode observar na Figura 14, o material era disposto na carrinha sem nenhuma organização, o que conduzia a um desperdício de tempo no momento da entrega ao cliente, principalmente na procura das peças de menor dimensão, que facilmente se espalham pela carrinha durante a viagem.



Figura 14 - Transporte de peças

De uma forma mais pormenorizada, fez-se uma análise do processo de transporte de um tipo de peça, designada por fieira, que chega em grande número e que, por norma, é transportada diária e exclusivamente na rota do Porto.

As fieiras eram colocadas individualmente na carrinha, o que obrigava o motorista a realizar um elevado esforço físico e fazia com que este processo fosse moroso e cansativo.

Na Figura 15 pode-se observar como é que estas peças eram dispostas na carrinha.



Figura 15 - Transporte das fieiras

Estes dois pontos foram alvos de uma análise cuidada e, no capítulo seguinte, são descritas as melhorias introduzidas e os resultados alcançados.

4.2.2 Receção

Neste posto de trabalho (ver Figura 16) é feita a identificação de todo o material que chega ao setor para ser tratado, através do registo informático existente na empresa.



Figura 16 - Posto de receção

Esta ferramenta informática permite que haja um histórico de todo o material que entra no setor e nela é registado um conjunto de dados que são úteis para as restantes etapas do processo.

Os dados introduzidos no sistema são os seguintes:

- Cliente;
- Tipo de aço e de tratamento;
- Peso do material;
- Especificação do intervalo de durezas;
- Registo fotográfico.

Após a introdução destes dados é impressa uma ficha técnica (ver Figura 17), com a respetiva informação do material a tratar, que o acompanhará até à sua expedição, por forma a garantir que o tipo de tratamento e os resultados obtidos estão dentro dos parâmetros estabelecidos.

RAMADA Folha Técnica Nº 00428794
F. RAMADA, AÇOS E INDUSTRIAIS, S.A. Nº da Requisição : 654

Data Estimada: 2012-07-02
Hora de Entrada: 18:24:14

A0101 00001 T.TERMICOS

Imagem do Material: [Photograph of a metal flange]

Nº Peças	Dim.	Referência	Descrição
20	50.80		peças
	50.80		

Especificação

Dureza - HB		Camadas	
Min	Max	Min	Max
650.0	900.0	0.30	0.40

NIT.B.P. - ALLNIT 0

RPM 32

Temperatura (°C) 540 GÁS

Temperatura (°C) Dur. Min. Dur. Max.

Tratamento Prévio: 0 0

Tratamento Posterior: 0 0

Observações:

Embalagem:

ex de materiais

D2222-0

Figura 17 - Ficha Técnica

Após o registo e pesagem das peças, estas eram colocadas nos carrinhos enquanto aguardavam pela próxima etapa do processo.

Após a análise desta etapa do processo, constatou-se que as peças de menor dimensão eram espalhadas pelos carrinhos, após a sua receção, e nem sempre era feita uma separação das peças por tipo de tratamento, o que melhoraria, certamente, o acondicionamento das mesmas e reduziria o tempo de execução da etapa seguinte.

Na Figura 18 pode observar-se como eram armazenadas as peças após a sua receção.



Figura 18 - Armazenamento das peças de pequena dimensão – após receção

4.2.3 Ciclo produtivo – T.T.

Depois do registo de entrada do material, os operadores têm a função de realizar as cargas que, posteriormente, serão colocadas no interior dos fornos para conferir ao material o tratamento requisitado.

Para a realização de uma carga, devem ser tidos em conta determinados aspetos, tais como, o tipo de tratamento e as condições do mesmo (temperaturas de aquecimento e arrefecimento e duração dos respetivos estágios existentes no ciclo de tratamento escolhido).

Na Figura 19 pode-se visualizar o local onde as cargas são preparadas, sendo que as peças a tratar são colocadas no interior das grades e posteriormente encaminhadas até aos fornos.



Figura 19 - Mesas de carga

Após a introdução da carga no interior do forno é selecionado o programa de T.T. a realizar, estando estes previamente memorizados no sistema informático associado a cada forno.

Quando as peças finalizam todo o processo de tratamento, são enviadas para o posto de controlo para determinação da sua dureza, requisito essencial para verificação da sua conformidade.

4.2.4 Controlo

Nesta etapa do processo é realizada a medição de dureza das peças, recorrendo aos durómetros existentes no sector (ver Figura 20).



Figura 20 - Posto de controlo

Estes ensaios não-destrutivos permitem determinar o valor de dureza à superfície da peça, após a realização do tratamento pedido. Esta etapa é fundamental para se poder aferir a conformidade do material, pois se este não apresentar valores de dureza dentro da especificação não poderá ser expedido e terá de ser reenviado para reprocessamento.

Se os valores de dureza estiverem dentro do intervalo pedido, as peças estão prontas a serem expedidas para o cliente, passando para a fase seguinte deste processo.

4.2.5 Laboratório

O laboratório é uma entidade que, embora não estando apenas dedicada ao processo de T.T., possui um papel muito importante neste processo, pois é neste recurso que se realizam os ensaios necessários tendo em vista o cumprimento das exigências dos clientes.

Esta etapa funciona como retroalimentação durante o processo produtivo, pois se os valores recolhidos durante os ensaios laboratoriais não forem os esperados, é necessário um reprocessamento das peças, ou em alguns casos, envolve um reajustamento dos parâmetros do mesmo.

Sempre que é necessário são armazenados provetes, também designados por corpo de prova, que acompanham as peças durante o ciclo de T.T. e que permitem a rastreabilidade do processo.

Na Figura 21 pode-se observar alguns dos equipamentos que o Laboratório possui e que são indispensáveis para a realização de amostras e consequente análise ao material tratado.



Figura 21 - Laboratório

4.2.6 Posto de embalagem

Após o tratamento e verificação de conformidade das peças, estas são embaladas e enviadas para a expedição.

Na Figura 22 pode-se observar a mesa de embalagem, local onde este processo se desenrola.



Figura 22 - Mesa de embalagem

Neste local as peças são embaladas em papel bolha, o que permite um bom acondicionamento das mesmas, por forma a evitar danos durante o transporte.

Após embalar as peças recorre-se, de novo, à ficha técnica do material para a impressão da etiqueta, que serve para identificar o material durante o processo de expedição para o cliente.

Durante a análise que foi realizada a este posto de trabalho, concluiu-se que um dos principais problemas é o desperdício de papel bolha. Este problema deve-se à existência de um tamanho único dos rolos, com 1,20m de largura, que nem sempre é o mais adequado, visto existirem peças de variadíssimos tamanhos.

Outro aspeto detetado como possível ponto de melhoria, está relacionado com a mesa de embalagem. Esta apresenta uma dimensão pouco adequada ao espaço, dificultando os fluxos de transporte que ocorrem neste local. Contém também o leitor de etiquetas, que se encontra colocado numa das suas extremidades, aumentando o número de deslocações de cada operador. Para além disso não tem capacidade para armazenar rolos de diferentes larguras, pois está limitada a rolos com uma largura única de 1,20m.

4.2.7 Expedição

Nesta fase do processo, as peças embaladas são transportadas para as bancadas (ver Figura 23) e armazenadas de acordo com a rota que vão seguir para o cliente.



Figura 23 - Bancada de expedição

Após isto, os motoristas recolhem as peças correspondentes à sua rota e acondicionam-nas nas suas carrinhas para transporte e respetiva entrega ao cliente.

Através da elaboração de um diagrama do processo de negócio da expedição (ver Figura 24) foi feita uma análise detalhada de todas as atividades que ocorrem durante o processo de expedição.

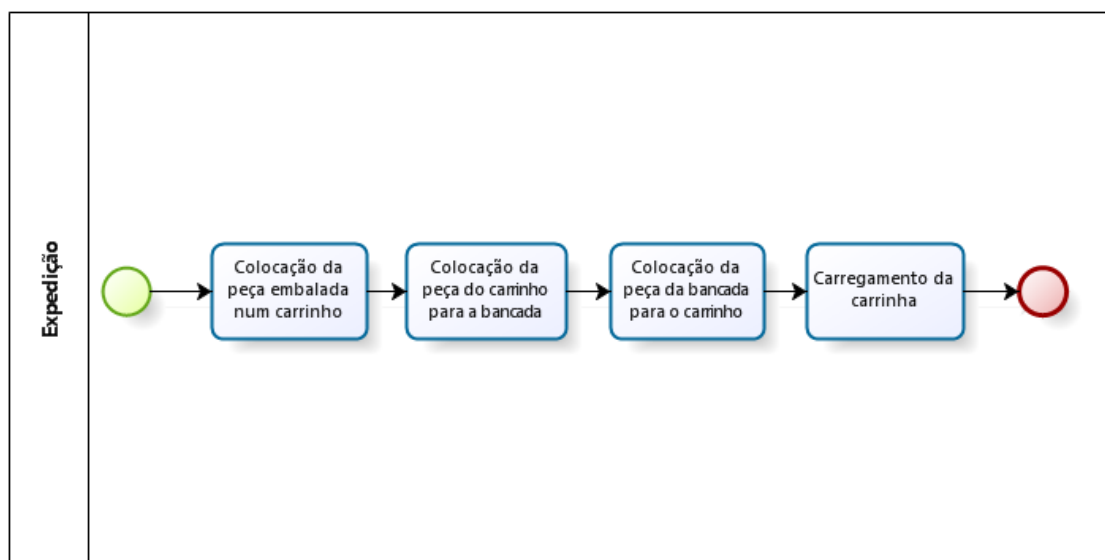


Figura 24 - Diagrama do processo de Expedição

Após o embalamento das peças, estas são transportadas para as bancadas de expedição, através dos carrinhos existentes na produção, sendo posteriormente colocadas em cima da bancada. Quando o motorista efetua o processo de carregamento das peças, recorre, aos carrinhos para lá colocar as peças que estão armazenadas nas bancadas e transportá-las até à carrinha.

Detetou-se a existência de um elevado número de atividades desnecessárias neste processo, o que representa um desperdício de tempo e, por conseguinte, um ponto de melhoria no processo.

Paralelamente, são sugeridas algumas alterações no parque de expedição por forma a facilitar os fluxos de transporte que ocorrem neste local, como por exemplo, a eliminação da parede que separa os dois locais de expedição (ver Figura 25).



Figura 25 - Parede que separa os parques de expedição

Por fim, refere-se que todo o processo produtivo termina da mesma forma como se iniciou, com o transporte das peças de volta para o cliente.

4.3. IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Depois de realizada a análise ao processo produtivo do T.T. da F. Ramada foi possível identificar os pontos de melhoria que estão sumariados na Tabela 3.

Tabela 3 - Tabela resumo das oportunidades de melhoria

Posto de trabalho	Identificação de oportunidade de melhoria
Transporte de peças (Motoristas)	Transporte das peças de menor dimensão
	Transporte das feiras
Receção	Armazenamento das peças de menor dimensão
	Identificação dos carrinhos por tipo de tratamento
Embalamento	Diminuição do consumo de papel bolha
	Melhoria da mesa de embalamento
Expedição	Redução de atividades
	Melhoria do parque de expedição

Durante a análise do processo produtivo, identificaram-se algumas lacunas a nível de organização e limpeza do espaço. Os principais problemas detetados foram a falta de identificação dos materiais e produtos e ausência de espaços específicos e/ou adequados para arrumação.

Por este motivo, recorreu-se à aplicação da metodologia dos 5's para resolução dos problemas anteriormente descritos.

No capítulo seguinte, para além da implementação das propostas de melhorias referidas na tabela 3, são apresentados efeitos e resultados obtidos através da aplicação da filosofia dos 5's.

5. IMPLEMENTAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Após a descrição do processo produtivo e identificação das oportunidades de melhoria, neste capítulo irão ser apresentadas as propostas de melhoria e os respetivos resultados alcançados.

5.1. APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA

No capítulo anterior foram identificados alguns pontos de melhoria que resultaram de uma análise pormenorizada que foi realizada ao processo produtivo.

Após esta análise foram introduzidas algumas melhorias em cada um dos postos de trabalho, que serão descritas abaixo.

- **Transporte de peças:**

Tal como foi mencionado no capítulo anterior, um dos principais problemas neste posto de trabalho prende-se com o transporte das peças de menor dimensão. O facto de as peças se

encontrarem espalhadas pela carrinha dificultava o processo de descarregamento nas empresas, uma vez que obrigava o motorista a procurar individualmente as peças respetivas a cada cliente, atrasando assim este processo.

A solução encontrada para colmatar este problema, foi a aquisição de caixas metálicas (ver Figura 26), de duas dimensões diferentes, adequadas para as peças de menor dimensão que transitam no setor dos Tratamentos Térmicos.



Figura 26 - Caixas metálicas para o transporte de peças

Cada caixa corresponde a um único cliente, o que permite que o motorista facilmente identifique as peças no momento da entrega, como se pode verificar na Figura 27.



Figura 27 - Transporte das peças de menor dimensão em caixas (por cliente)

Para a medição dos resultados desta melhoria, foram escolhidas aleatoriamente, três empresas. Primeiro, foram recolhidos os tempos de descarregamento sem as caixas para o transporte das peças de menor dimensão e, posteriormente, mediram-se os tempos de descarregamento já com a implementação da melhoria relativa à colocação de caixas nas diferentes rotas.

Os resultados obtidos são indicados na Tabela 4, e os tempos de descarregamento referem-se aos tempos médios que se obteve em cada uma das empresas, onde foram efetuadas dez cronometragens, antes e após a implementação das caixas metálicas.

De referir, que para o cálculo do erro desta amostra foram tidas em conta as dez cronometragens realizadas em cada empresa, com um erro máximo de 5% para um grau de confiança de 95%. Na equação 1 pode ver-se a fórmula que permite calcular o erro máximo desta amostra.

Equação 1 - Cálculo do erro

$$e = Z\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

Onde:

e – Erro

n – Número de cronometragens

$Z (\alpha/2)$ – Valor obtido da tabela de distribuição normal (para este caso o valor é 1,96)

δ – Desvio padrão médio

Tabela 4 - Resultados da melhoria no descarregamento de peças

Cliente	<i>Tempo médio de descarregamento sem caixas (s)</i>	<i>Tempo médio de descarregamento com caixas (s)</i>
<i>Empresa A</i>	91	67
<i>Empresa B</i>	74	59
<i>Empresa C</i>	82	65
<i>Tempo Médio (s)</i>	82,3	63,7
<i>Desvio Padrão</i>	6,9	3,4

Após a análise aos resultados recolhidos, pode-se constatar que houve um decréscimo do tempo médio de descarregamento das peças de menor dimensão em cerca de 23 %, a partir do momento em que estas passaram a ser transportadas nas caixas implementadas em cada uma das rotas.

- ***Tempo Médio*** *sem caixas* = $\frac{91 + 74 + 82}{3} \approx 82,3 \text{ s}$

- $e = 1,96 \times \frac{6,9}{\sqrt{30}} = 2,5 \text{ s (sem caixas)}$

- ***Tempo Médio*** *com caixas* = $\frac{67 + 59 + 65}{3} \approx 63,7 \text{ s}$

- $e = 1,96 \times \frac{3,4}{\sqrt{30}} = 1,2 \text{ s (com caixas)}$

- **Redução de tempo** = $\frac{82,3 - 63,7}{82,3} \approx 0,23 = 23\%$

Outra melhoria introduzida neste posto de trabalho foi o método de carregamento e descarregamento das fieiras.

Os principais problemas desta tarefa eram o tempo despendido nesta operação, pois as peças eram carregadas e descarregadas individualmente, o facto deste tipo de transporte realizar-se diariamente e o elevado esforço físico a que o motorista estava sujeito ao executá-la.

Para a melhoria deste método, o primeiro passo foi desenhar um contentor (ver Anexo A) que pudesse albergar um grande número de fieiras, evitando assim que o motorista necessitasse de carregar e descarregar as peças individualmente.

Na Figura 28 pode-se ver o respetivo contentor, que pode ser manuseado através de um porta-paletes, evitando que o motorista esteja sujeito a um esforço desnecessário.



Figura 28 - Contentor para transporte de fieiras

Após a sua criação, o contentor foi introduzido na rota do Porto e o transporte das fieiras passou a efetuar-se através deste, como se pode ver na Figura 29.



Figura 29 - Transporte das fieiras no contentor

Após a implementação e recolha das primeiras impressões por parte do motorista sobre o uso do contentor, foram realizadas algumas alterações por forma a melhorá-lo.

Nas partes laterais do contentor, foram feitos diversos furos para que se pudessem colocar varões, que atuam como bloqueio das fieiras, para a situação em que o contentor não se encontrar completo.

Outra alteração consistiu em colocar um suporte em cada extremidade do contentor para que este pudesse ser transportado através da ponte rolante existente no setor e no cliente, aumentando assim o número de soluções para o seu manuseamento.

Para avaliar os efeitos desta melhoria fez-se a recolha dos tempos de carregamento (no cliente) e descarregamento (no setor dos T.T.) das fieiras, antes e depois da introdução do contentor, estando presentes nas tabelas 5 e 6 os resultados obtidos.

De referir, que para cada um dos casos, fizeram-se dez cronometragens, a definiu-se um erro máximo de 5% e um grau de confiança de 95% para a estimação do tempo médio.

Tabela 5 - Tempo de carregamento e descarregamento sem contentor

Cronometragem	<i>Tempo de carregamento (s)</i>	<i>Tempo de descarregamento (s)</i>	<i>Tempo total (s)</i>
1	37,5	18,9	56,4
2	32,4	17,5	49,9
3	27,3	16,2	43,5
4	25,3	16,8	42,1
5	30,0	17,1	47,1
6	31,4	18,5	49,9
7	33,2	15,9	49,1
8	29,4	16,3	45,7
9	30,4	15,7	46,1
10	27,4	16,3	43,7
<i>Tempo Médio (s)</i>	30,4	16,9	47,4
<i>Desvio Padrão</i>	3,5	1,1	2,3

Após a análise dos dados pode concluir-se que o tempo médio de carregamento e descarregamento por fieira é de 47,4 segundos, com um erro máximo de 1,4 segundos.

- $e = 1,96 \times \frac{2,3}{\sqrt{10}} = 1,4 \text{ s}$

Após a implementação do contentor na rota do Porto, foram de novo efetuadas dez cronometragens e os resultados obtidos encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Tempo de carregamento e descarregamento com contentor

Cronometragem	<i>Tempo de carregamento (s)</i>	<i>Tempo de descarregamento (s)</i>	<i>Tempo total (s)</i>
1	7,2	7,7	14,9
2	8,0	7,9	15,9
3	6,9	7,2	14,1
4	6,4	6,8	13,2
5	7,3	7,6	14,9
6	8,1	7,6	15,2
7	7,9	8,0	15,9
8	7,5	6,7	14,2
9	6,7	7,5	14,2
10	8,4	7,3	15,7
<i>Tempo Médio (s)</i>	7,4	7,4	14,8
<i>Desvio Padrão</i>	0,6	0,4	0,5

Após a análise destes dados pode concluir-se que o tempo médio de carregamento e descarregamento por feira é de 14,8 segundos, obtendo-se um erro máximo de 0,3 segundos.

- $e = 1,96 \times \frac{0,5}{\sqrt{10}} = 0,3 \text{ s}$

Na Tabela 7 estão presentes os tempos médios por feira, com e sem o uso do contentor, podendo observar-se um decréscimo bastante elevado quando as feiras são transportadas no contentor.

Tabela 7 - Resultados da melhoria no transporte de feiras

<i>Tempo Médio por feira - sem contentor (s)</i>	<i>Tempo Médio por feira - com contentor (s)</i>
47,4	14,8

Como se pode verificar, esta medida traduz-se numa diminuição do tempo de carregamento e descarregamento das fieiras em cerca de 69%, representando uma melhoria bastante significativa.

- **Redução de tempo** = $\frac{47,4 - 14,8}{47,4} \approx 0,69 = \mathbf{69\%}$

A utilização do contentor para o transporte das fieiras permitiu também movimentar qualquer peso sem ser necessário o esforço físico do motorista, como sucedia até à implementação desta melhoria.

- **Receção**

As principais dificuldades sentidas neste posto de trabalho estavam relacionadas com a forma como são armazenadas as peças após a sua receção, já que estas eram colocadas nos carrinhos da produção sem ter em conta o tratamento a que vão estar sujeitas.

A solução adotada para este caso foi a aquisição de um conjunto de caixas plásticas para um correto armazenamento das peças de menor dimensão, evitando que estas se espalhem pelos carrinhos e dificultem o processo de recolha, na etapa seguinte.

Procedeu-se também à identificação de três dos carrinhos para o processo específico de nitruração, já que neste caso é necessário um cuidado especial com o manuseamento das peças.

Nas Figuras 30 e 31 pode visualizar-se a forma como estão a ser aplicadas estas medidas.



Figura 30 - Armazenamento das peças de menor dimensão em caixas – após receção



Figura 31 - Carrinho para as peças de Nitruração

Como se pode ver na Figura 30, as peças de pequena dimensão ficam todas agrupadas no interior das caixas, evitando que se misturem com outro tipo de peças e que a etapa seguinte, a realização das cargas, se torne mais morosa.

No que diz respeito à identificação dos carrinhos da produção por tipo de tratamento, outra oportunidade de melhoria identificada, procedeu-se à identificação de três carrinhos para o

processo de nitruração. Para tal, como se pode observar na Figura 31, estes carrinhos foram revestidos com um plástico de cor branca e colocou-se nas partes laterais do carrinho o nome do processo em causa.

Esta medida facilitou a etapa de realização de cargas, pois durante a receção, os materiais que seguem o processo de nitruração são exclusivamente colocados nestes carrinhos, evitando desperdício de tempo na procura destas peças.

Futuramente, será sugerido que os restantes carros sejam todos identificados por processo para que exista uma triagem completa durante a etapa de receção, melhorando significativamente o fluxo do processo.

- **Embalamento**

A primeira proposta de melhoria definida neste posto foi a diminuição do desperdício de papel de bolha e, consequentemente, os custos com este tipo de material.

Devido à existência de rolos com um único tamanho, 1,20m de largura, verificava-se, frequentemente, um grande desperdício de papel bolha no embalamento das peças mais pequenas.

Para minimizar este problema, contactou-se o fornecedor para perceber quais as dimensões existentes no mercado.

O fornecedor sugeriu que se passassem a encomendar os mesmos rolos, com 1,20m de largura, mas cortados ao meio, passando a ter dois rolos de 0,60m pelo mesmo preço de um rolo de 1,20m, já que os preços não se alteram com a operação de corte.

Com este tipo de rolos, o desperdício de papel bolha é muito menor quando existe a necessidade de embalar peças de pequenas dimensões, como se pode constatar através da Figura 32.

Rolo de 1,20m



Rolo de 0,60m

Figura 32 – Embalamento de uma peça pequena com os 2 tipos de rolo

Na Figura 33 pode ver-se os dois rolos que se passou a usar no setor, um deles com 1,20m de largura e o outro com 0,60m.



Figura 33 - Rolos de papel bolha com diferentes larguras

Como, através do uso destes rolos é possível usar-se uma menor quantidade de papel em cada embalagem, as quantidades encomendadas mensalmente foram alteradas, o que se traduziu numa diminuição da quantidade pedida, bem como uma redução de custos com este material.

Na Tabela 8 estão presentes as informações necessárias para a avaliação desta melhoria, estando expostos os dados da situação inicial e após a alteração das quantidades fornecidas.

Tabela 8 - Resultados da melhoria no consumo do papel de bolha

	Situação inicial	Situação atual
<i>Encomenda mensal:</i>	15 Rolos	- 8 Rolos de 1,20m - 4 Rolos de 1,20m (cortados)
<i>Largura (m):</i>	1,20	0,60 e 1,20
<i>Custo unitário (€):</i>	34,21	34,21
<i>Custo Total (€/mês):</i>	513,15	410,58
<i>M² / rolo (m²):</i>	264	264
<i>M² encomendados (m²/Mês):</i>	3960	3168

Analisando estes resultados pode-se constatar que os custos mensais, bem como os metros quadrados consumidos mensalmente, sofreram uma diminuição significativa, senão vejamos:

- ***Redução dos custos mensais*** = $\frac{513,15 - 410,58}{513,15} \approx 0,20 = \mathbf{20\%}$

Através destes valores, pode-se afirmar que com esta medida, obteve-se uma redução de custos referentes ao consumo de papel bolha em cerca de 20%.

Tendo em vista a introdução destes novos rolos e devido às limitações já apontadas à mesa de embalagem, projetou-se uma nova mesa, que se adequasse melhor às necessidades do setor.

Esta nova mesa apresenta dimensões diferentes da anterior, tendo-se reduzido a largura e aumentado o comprimento, estando agora mais adequada ao espaço que ocupa, pois facilita os fluxos de transporte que ocorrem nesta zona, uma vez que é uma zona de passagem do material que sai dos fornos e é encaminhado para o controlo.

Para além disto, apresenta ainda capacidade para albergar os novos rolos de 0,60m de largura, para além do rolo de 1,20m. Atualmente, existem quatro postos de embalagem na nova mesa, ao contrário dos três postos que existiam na mesa anterior.

Na nova mesa colocou-se o leitor de etiquetas no centro, ao contrário da anterior, evitando que os operadores façam deslocações desnecessárias no final de cada embalagem para retirar a etiqueta.

Na Figura 34 pode-se observar a nova mesa de embalagem e verificar as mudanças ocorridas, que foram relatadas anteriormente.

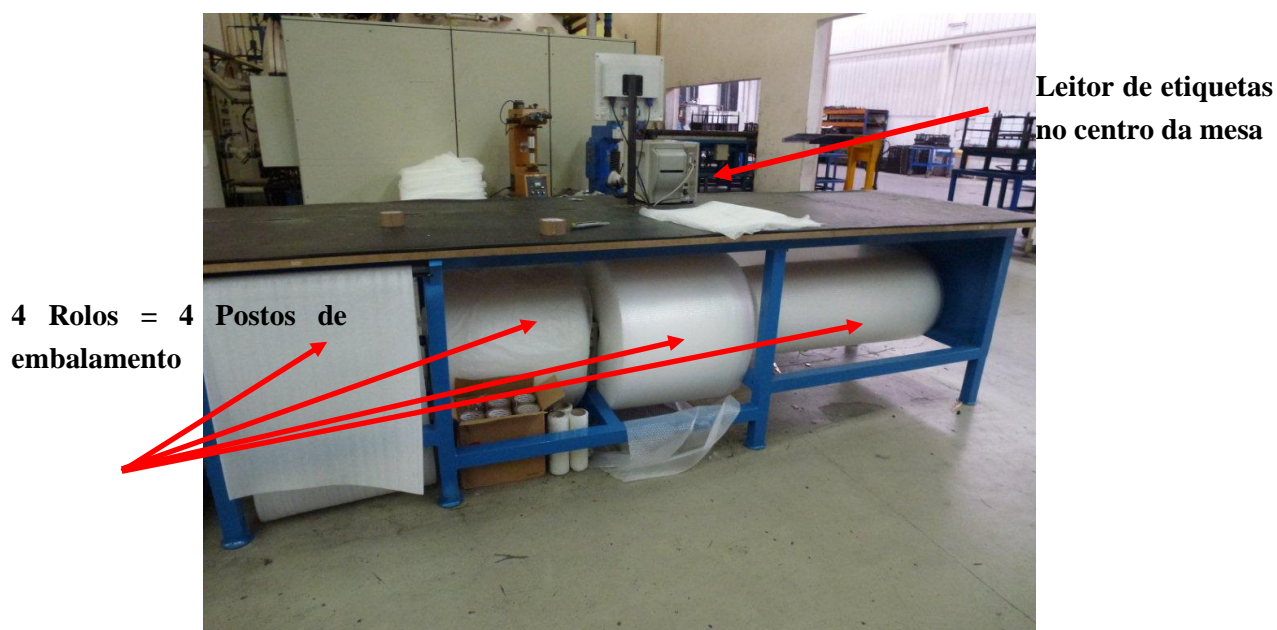


Figura 34 - Nova mesa de embalagem

Futuramente, irá ser estudada a hipótese de se passarem a usar rolos picotados para eliminar o processo de corte que cada operador tem de fazer em cada embalagem. Com esta medida, deixaria de ser necessário o uso dos x-atos e poder-se-ia diminuir o consumo de lâminas nesta etapa do processo.

- **Expedição**

Após a análise realizada a esta etapa, chegou-se à conclusão que existiam algumas atividades que podiam ser eliminadas, diminuindo assim o tempo despendido nesta fase do processo.

Para que isso acontecesse, foram eliminadas as bancadas existentes para colocação dos materiais embalados, passando estes a ficar armazenados em carrinhos, o que facilita os transportes e elimina algumas tarefas desnecessárias, tais como, a passagem dos materiais dos carros para as bancadas e vice-versa.

Com a implementação desta medida, suprimiram-se duas atividades neste processo, que passou a efetuar-se da seguinte forma: os materiais embalados são colocados nos carrinhos e aí permanecem até à fase de carregamento das carrinhas; a partir do momento em que o motorista necessita fazer o carregamento, este leva o carrinho com as peças embaladas até à sua carrinha e coloca-as no seu interior.

No Figura 35 está presente mais um diagrama, onde se pode verificar que este processo passou somente a efetuar-se em duas atividades, ao contrário das quatro que eram realizadas anteriormente.

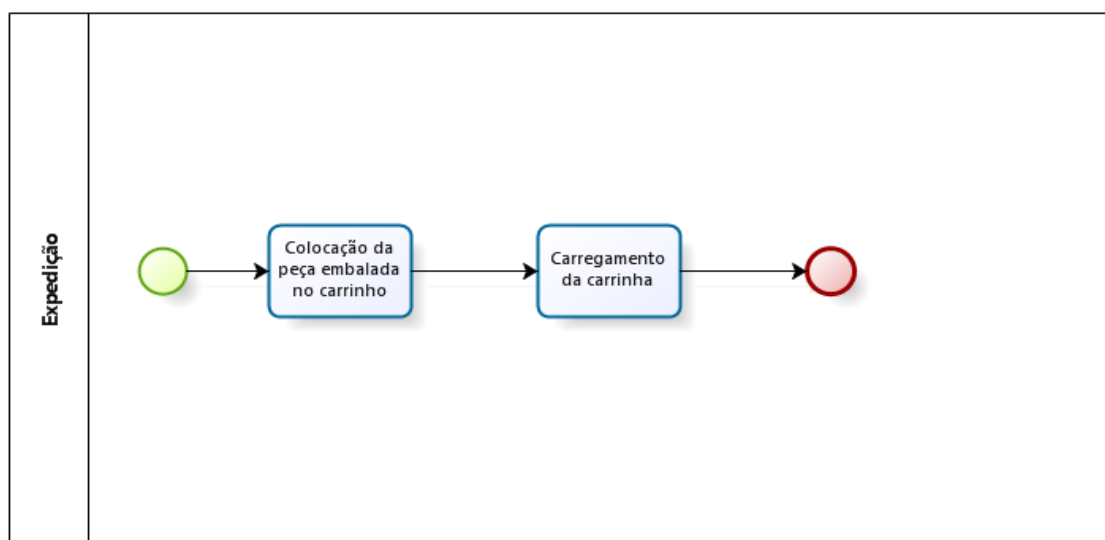


Figura 35 - Diagrama das atividades da Expedição – após implementação da melhoria

A avaliação dos resultados desta melhoria (Tabela 9) foi feita através da comparação dos tempos despendidos para a realização de cada tarefa desta etapa, na situação inicial e na situação final, para um conjunto de dez peças embaladas.

Tabela 9 - Resultados da melhoria no processo de expedição

<i>Tempo de operação (para 10 peças)</i>		
Tarefa	<i>Tempo (s) - Situação inicial</i>	<i>Tempo (s) - Situação atual</i>
1. Colocação das peças no carrinho	30	30
2. Passar as peças do carrinho para a bancada	30	Atividade eliminada
3. Passar as peças da bancada para o carrinho	30	Atividade eliminada
4. Carregar a carrinha	75	75
<i>Tempo Total (s)</i>	165	105

Com a implementação desta melhoria, verificou-se uma diminuição das atividades nesta etapa do processo, passando de quatro para duas. Consequentemente, houve uma redução do tempo gasto nesta etapa, já que, pelos resultados demonstrados na tabela anterior, pode-se comprovar que, para dez peças embaladas, a eliminação destas duas atividades representa uma diminuição de um minuto, traduzindo-se numa redução global de 36%.

- ***Redução de tempo de operação*** = $\frac{165-105}{165} \approx 0,36 = \mathbf{36\%}$

Para implementar esta melhoria foi necessário alterar o parque de expedição. Para isso foram realizadas diversas modificações, tais como:

1. Eliminação das bancadas de expedição
2. Aquisição de mais carrinhos para armazenar as peças embaladas

Na Figura 36 pode-se visualizar o parque de expedição já sem as bancadas e com os materiais embalados em cima dos carrinhos da produção.



Figura 36 - Parque de expedição – após implementação de melhoria

Com a eliminação das bancadas e da parede, que separava as duas zonas de expedição (ver figura 37), passou-se a armazenar as peças embaladas nos carrinhos, tornando assim possível a redução de atividades no processo de expedição e houve um aumento do espaço, facilitando o carregamento de peças, simultaneamente, em várias carinhas e fazendo com que estas saiam mais cedo das instalações.



Figura 37 - Zona de expedição – após demolição da parede

De seguida, apresenta-se uma tabela resumo (ver Tabela 10) com a avaliação obtida de cada uma das melhorias implementadas.

Pode ver-se que em todos os casos existe uma redução dos desperdícios identificados, quer sejam relacionados com tempos de operação, consumo de materiais ou mesmo de transporte.

Tabela 10 - Tabela resumo da avaliação das melhorias implementadas

Posto de trabalho	Identificação de oportunidade de melhoria	Avaliação
Transporte de peças (Motoristas)	Transporte das peças de menor dimensão	Redução de 23% do tempo de descarregamento
	Transporte das feiras	Redução de 69% do tempo de carregamento e descarregamento das feiras
Receção	Armazenamento das peças de menor dimensão	Melhoria na organização do material que chega à receção, facilitando a etapa seguinte do processo
	Identificação dos carrinhos por tratamento	Melhoria da triagem do material que chega à receção, facilitando a etapa seguinte do processo
Embalamento	Diminuição do consumo de papel bolha	Redução de 20% no consumo de papel bolha
	Melhoria da mesa de embalamento	Criação de mais 1 posto de embalamento
Expedição	Redução de atividades	Eliminação de 2 atividades, originando uma redução de 36% do tempo de operação
	Melhoria do parque de expedição	Eliminação das bancadas e da parede, permitiu implementar a melhoria de armazenar as peças embaladas nos carrinhos da produção

5.2. APLICAÇÃO DA FILOSOFIA 5'S

Paralelamente à análise que foi realizada ao sistema produtivo e às oportunidades de melhoria identificadas, foi também realizado um levantamento de algumas melhorias a efetuar, no que diz respeito à limpeza e organização do espaço.

Neste ponto são apresentados exemplos da aplicação da filosofia dos 5's, que tornaram o espaço mais limpo e organizado, contribuindo também para uma melhoria do fluxo produtivo.

Em primeiro lugar, foi identificada a zona de armazenamento dos óleos, com os respetivos bidões de 1000L onde estes são depositados, que apresentava um grau de desorganização bastante elevado.

Neste local foram detetados bidões vazios, que não apresentavam qualquer utilidade, constatando-se que, para retirar alguns bidões cheios, era necessário movimentar primeiro outros que os estavam a obstruir.

Para solucionar este problema criou-se uma estante para armazenamento dos bidões, com um espaço próprio e devidamente identificado para cada um dos óleos. Com esta medida melhorou-se a organização deste local, diminuiu-se o tempo de manuseamento de cada bidão, pois cada um deles ficou acessível para movimentação e facilmente identificável, tendo-se procedido à eliminação dos bidões que eram desnecessários.

Na Figura 38 pode ver-se como este espaço estava antes e depois da aplicação dos 5's.



Figura 38 - Armazenamento dos óleos – antes e após a aplicação dos 5's

Outra das zonas que apresentava uma desorganização elevada era o espaço destinado à manutenção, onde existia material espalhado pelas estantes, sem nenhuma identificação, e algum sem nenhuma utilidade.

Para colmatar esta falha, fez-se, em primeiro lugar, uma triagem a todo o material que estava guardado nas estantes e eliminou-se o que já não era necessário.

Em segundo lugar, fez-se uma limpeza ao espaço e, posteriormente, colocaram-se caixas plásticas de cor amarela, devidamente identificadas, para armazenar todo o material.

Neste momento, cada caixa amarela corresponde a um determinado tipo de material, facilitando a tarefa aos operadores quando estes necessitam de encontrar alguma peça.

Na Figura 39 pode ver-se como este espaço estava antes e depois da aplicação dos 5's.



Figura 39 - Armazenamento do material da Manutenção – antes e após a aplicação dos 5's

Por fim resta abordar a limpeza que foi efetuada numa das zonas destinadas à expedição. Neste local era amontoado todo o material que não era necessário e ao longo do tempo este foi aumentando, tornando este espaço praticamente inacessível.

A aplicação dos 5's neste local consistiu na triagem do material realmente necessário, na disposição deste pela estante, já existente no local, e na sua respetiva identificação.

Com esta alteração houve uma significativa melhoria nas movimentações que ocorrem nesta zona. Passou a ser possível ter mais carrinhas neste espaço durante o processo de carregamento das peças, o que permitiu que este processo pudesse ocorrer ao mesmo tempo para todos os motoristas e evitando, desta forma, que uns tivessem que esperar enquanto os outros carregavam as suas carrinhas.

Na Figura 40 pode ver-se como este espaço estava antes e depois da aplicação dos 5's.



Figura 40 - Zona de expedição – antes e após a aplicação dos 5's

Estas três oportunidades de melhoria identificadas e solucionadas através da aplicação dos 5's mostram a importância que esta ferramenta pode ter para o aperfeiçoamento de todas as atividades que ocorrem num processo produtivo.

Futuramente, serão criados procedimentos *standard* para todo o setor, tendo em vista o cumprimento dos passos seguintes desta filosofia.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho tinha como objetivo a identificação e eliminação das variadas formas de desperdício ao nível do processo produtivo dos T.T., da empresa F. Ramada. Para tal, foi necessário, em primeiro lugar, proceder a uma análise aprofundada do processo, para de seguida, identificar as oportunidades de melhoria e definir as respetivas ações de melhoria, tendo em vista a otimização do processo.

A análise do processo produtivo foi realizada com base no método de modelação de processos de negócio (BPM) e iniciou-se com a elaboração de dois diagramas de negócio onde se encontram detalhadas as etapas do processo, bem como os respetivos intervenientes.

Após a elaboração dos fluxogramas, fez-se uma análise aprofundada às atividades realizadas em cada um dos postos de trabalho, identificando em cada um deles as oportunidades de melhoria que foram diagnosticadas. Posteriormente, recolheram-se os dados em cada um dos pontos de melhoria identificados e, definiu-se um conjunto de ações, tendo em vista a redução dos desperdícios que foram encontrados no processo.

Estas ações consistiram na uniformização do transporte das peças, com a introdução do contentor para fieiras e das caixas para transporte de pequenas peças, da receção das peças no setor, com a identificação dos carrinhos da produção por tipo de tratamento a efetuar e

colocação de caixas para armazenamento de peças, na normalização do tamanho dos rolos de papel bolha, permitindo uma diminuição no consumo de papel e, consequentemente, uma redução dos custos com este consumível, e na eliminação de duas atividades do processo de expedição, diminuindo assim o tempo de operação nesta fase do processo.

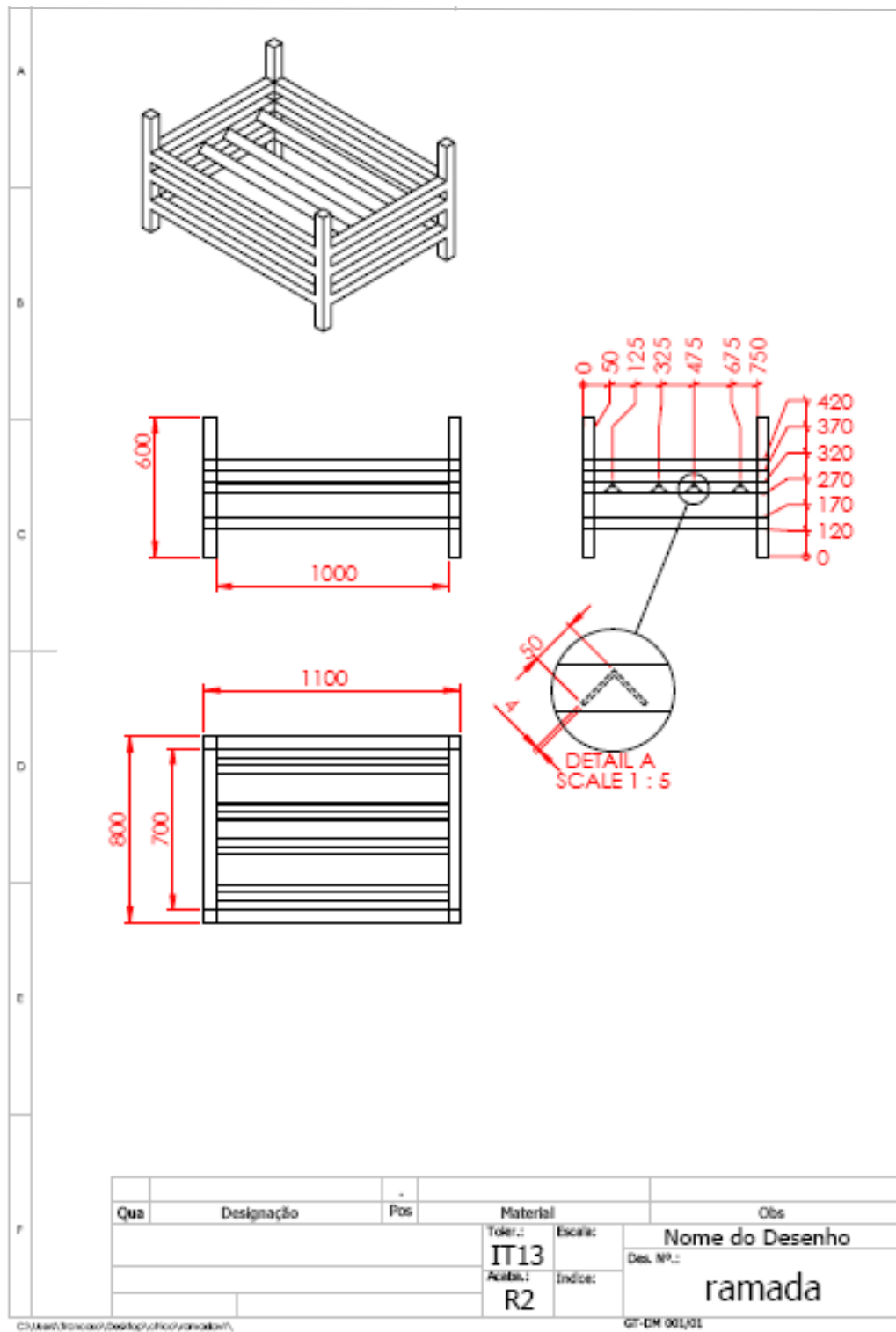
Após a implementação das melhorias, recolheram-se novos dados para avaliar o seu impacto, e os resultados obtidos traduziram-se numa redução de desperdício, ao nível da eliminação de atividades, transportes, tempos de execução de tarefas e materiais consumidos no processo, como ficou demonstrado pela avaliação realizada no capítulo anterior. De salientar, que se obtiveram algumas melhorias ao nível da organização e arrumação do setor, através da aplicação da metodologia dos 5's.

A realização deste trabalho veio no seguimento da admissão do autor desta dissertação na F. Ramada e da visão de melhoria contínua que a empresa tem vindo a seguir. Por esta razão, estas foram as primeiras melhorias realizadas no setor dos T.T., sendo que, no futuro, existe o compromisso de dar continuidade a esta análise e, certamente, surgirão novas oportunidades de melhoria, pois só assim é possível que a empresa mantenha uma posição de liderança.

Referências

- Branco, R. F. (2008). O movimento da qualidade em Portugal, Vida Económica.
- Bridgeland, D. M. and R. Zahavi (2009). Business Modeling - A practical guide to realizing business value, Elsevier.
- Davenport, T. H. and L. Prusak (1998). Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know, Harvard Business School Press.
- Deming, W. E. (1986). Out of the Crisis, MIT Center for Advanced Engineering Study.
- F. Ramada, A. e. I., S.A. (2012). Retrieved 10 de Agosto, 2012, from <http://www.ramada.pt/index.php?&cat=7&PHPSESSID=2ba0148f0a4d0d17dbb32003b0a55f2c>.
- Hammer, M. and J. Champy (2001). Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution, HarperCollins.
- Hirano, H. (1995). 5 Pillars of the Visual Workplace, Productivity Press.
- Investimentos, R. (2012). Retrieved 20 de Agosto, 2012, from <http://www.ramadainvestimentos.pt/>.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond large-scale production, Productivity press.
- Pinto, J. P. (2009). "Introdução ao Lean Thinking." Retrieved 27 de Julho, 2012, from http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/introduo-ao-lean-thinking.
- Pinto, J. P. (2009). Pensamento LEAN - A filosofia das organizações vencedoras, LIDEL.
- Rother, M. (2010). Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results, McGraw-Hill.
- Sayer, N. J. and B. Williams (2007). Lean for Dummies, Wiley Publishing, Inc.
- Shewhart, W. A. (1980). Economic Control of Quality of Manufactured Product/50th Anniversary Commemorative Issue, American Society for Quality.
- White, S. A. and D. Miers (2008). BPMN Modeling and Reference Guide, Future Strategies Inc.
- Womack, J., D. Jones, et al. (1991). Machine That Changed The World, Productivity Press.
- Womack, J. P. and D. T. Jones (2003). Lean Thinking, Free Press.

Anexo A. Desenho contentor para fieiras



Glossário

5's	-	Expressão para designar 5 palavras japonesas, que começam pela letra “s”, e que visam criar um ambiente cultural para a melhoria contínua.
BizAgi Process Modeler	-	Software informático que permite fazer a modelação dos processos (diagramas) por forma a facilitar a sua análise.
Carbonitruração	-	Processo de tratamento térmico que permite obter camadas superficiais nas peças com uma dureza muito elevada, devido à absorção de Azoto e Carbono.
Cementação	-	Processo de tratamento térmico que consiste na deposição de átomos de Carbono na superfície da peça, formando uma camada que aumenta a dureza e resistência mecânica das peças.
Lean	-	Termo inglês que significa magro, sem nenhuma gordura.
Lean Thinking	-	Filosofia de gestão que segue um pensamento magro, ou seja, elimina os desperdícios e, conseqüentemente, cria valor para as organizações.
Muda	-	Palavra japonesa que significa desperdício.
Nitruração	-	Processo de tratamento térmico que consiste na deposição de Azoto, sob a forma de nitretos, na superfície da peça e realiza-se quando se pretende conferir uma elevada dureza e resistência ao desgaste.
Recozimento	-	O recozimento é um processo que tem como principal característica a obtenção de uma estrutura, para cada aço, próxima do equilíbrio termodinâmico. Se for aplicado um tratamento inadequado, opta-se por um recozimento do material para eliminação desse mesmo tratamento.
Revenido	-	Processo de tratamento térmico que tem como objetivo eliminar as tensões residuais resultantes do processo de têmpera, tornando o aço mais dúctil e diminuindo a dureza obtida na têmpera.

- Têmpera
- Processo de tratamento térmico que sujeita o aço a uma elevada temperatura e, de seguida, a um arrefecimento brusco para melhoria das suas propriedades, como a dureza e a resistência mecânica.